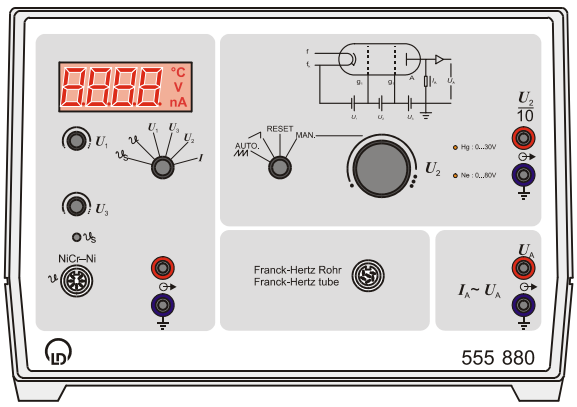
Lehr– und Didaktiksysteme
LD Didactic GmbH
Leyboldstrasse 1 · D-50354 Huerth

06/05-W97-Kem




# Mode d’emploi 555 880

Alimentation pour tube de Franck et Hertz
(555 880)

## Remarques de sécurité

L’alimentation pour tube de Franck et Hertz répond aux normes de sécurité pour les appareils électriques de mesure, de commande, de régulation et de laboratoire selon DIN EN 61010, partie 1 et est construit selon la classe de protection I. Il est prévu pour une utilisation dans des locaux secs, appropriés pour les dispositifs ou installations électriques.

Un fonctionnement sans danger est garanti en cas d’utilisation réglementaire. En revanche, aucune sécurité n’est garantie si l’appareil est manipulé avec négligence ou s’il est maltraité. En cas de doute quant au fonctionnement sans danger, celui-ci doit être immédiatement arrêté (par ex. s’il présente des dommages visibles).

- Avant la première mise en service, s’assurer que la valeur de tension secteur sérigraphiée sur la plaque signalétique (au dos de l’appareil) coïncide bien avec la valeur du réseau local.
- Avant la mise en service, vérifier le bon état du boîtier. En cas d’anomalies ou de dommages visibles, ne pas mettre l’appareil en service et empêcher sa mise en marche accidentelle.
- Brancher l’appareil seulement à des prises avec conducteurs neutre et de protection reliés à la terre.
- Toujours remplacer le fusible défectueux par un fusible de même ampérage (voir plaque du fusible au dos de l’appareil).
- Ne jamais obturer les fentes d’aération ni le dissipateur de chaleur au dos du boîtier afin de toujours avoir une circulation d’air suffisante pour le refroidissement des composants internes.
- Veiller à ce que l’appareil ne soit ouvert que par un installateur électricien.

## 1 Description

L’alimentation pour tube de Franck et Hertz sert à réaliser l’expérience de Franck et Hertz avec le tube au mercure (555 854) ou le tube au néon (555 870). Elle dispose d’un nanoampèremètre pour la mesure du courant d’électrons, fournit la tension requise pour le chauffage de la cathode, la tension de grille de commande, la tension accélératrice et la tension inverse et commande le chauffage du tube de Franck et Hertz au mercure en tant qu’appareil de mesure et de régulation de la température.

Trois modes de fonctionnement sont disponibles, au choix, pour l’acquisition de la courbe de Franck et Hertz, donc du courant d’électrons en fonction de la tension accélératrice :

a) Fonctionnement manuel

b) Vue d’ensemble rapide avec l’oscilloscope à deux canaux :
la tension accélératrice est appliquée à vive allure et perpétuellement renouvelée de zéro à sa valeur maximale.

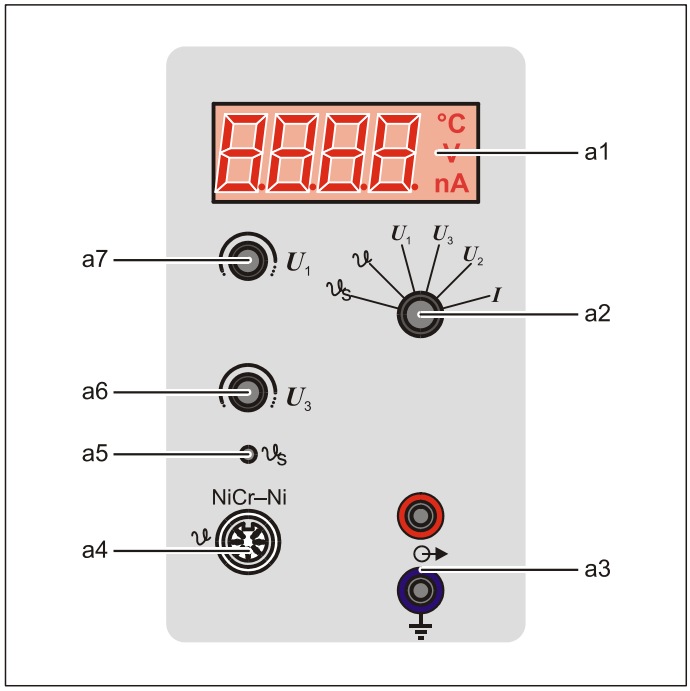
c) Tracé automatique avec enregistreur XY ou CASSY :
la tension accélératrice est appliquée lentement et une seule fois de zéro à sa valeur maximale.

## 2 Accessoires

| | | |
|---|---|---|
| 1 | tube de Franck et Hertz au mercure | 555 854 |
| 1 | douille de connexion à prise DIN pour tube de Franck et Hertz au mercure | 555 864 |
| 1 | four électrique 230 V | 555 81 |
| ou | | |
| 1 | four électrique 115 V | 555 82 |
| 1 | sonde de température NiCr-Ni | 666 193 |
| 1 | tube de Franck et Hertz au néon | 555 870 |
| 1 | support avec douille de connexion pour tube de Franck et Hertz au néon | 555 871 |
| 1 | câble de connexion pour tube de Franck et Hertz au néon | 555 872 |

## 3 Composants

**a) Champ d'ajustage des paramètres et d'affichage :**




a1 Affichage numérique
a2 Sélecteur de la grandeur mesurée
a3 Sortie analogique
a4 Prise DIN à 5 contacts
a5 Potentiomètre réglable par tournevis
a6 Bouton de réglage de la tension $U_3$
a7 Bouton de réglage de la tension $U_1$

Affichage numérique

visualise la grandeur mesurée sélectionnée en °C, V ou nA ou signale par clignotement une perturbation dans le montage expérimental.

Sélecteur de la grandeur mesurée

sélectionne la grandeur mesurée $\vartheta_S$ (température de consigne), $\vartheta$ (température réelle), $U_1$ (tension de grille de commande), $U_3$ (tension inverse), $U_2$ (tension accélératrice) ou $I$ (courant d'électrons) pour l'affichage numérique et la sortie analogique.

Sortie analogique

fournit une tension de sortie $U$ proportionnelle à la grandeur mesurée sélectionnée.

On a $\vartheta_S = 100°C \cdot \frac{U}{V}$, $\vartheta = 100°C \cdot \frac{U}{V}$, $U_1 = 1\,V \cdot \frac{U}{V}$, $U_3 = 1\,V \cdot \frac{U}{V}$,

$U_2 = 10\,V \cdot \frac{U}{V}$ et $I = 1nA \cdot \frac{U}{V}$

Potentiomètre réglable par tournevis

pour le réglage de la température de consigne $\vartheta_S$ du tube de Franck et Hertz au mercure (préréglage : $\vartheta_S$ = 180° C)

Prise DIN à 5 contacts

pour la connexion d'une sonde de température NiCR-Ni (666 193)

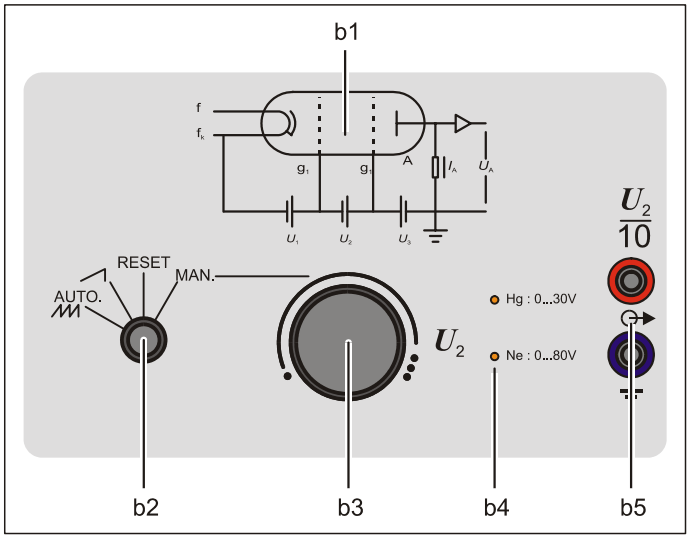
Bouton de réglage de la tension $U_3$

pour le réglage de la tension inverse $U_3$

Bouton de réglage de la tension $U_1$

pour le réglage de la tension de grille de commande $U_1$.

**b) Champ spécifique au fonctionnement**




b1 Schéma de câblage
b2 Sélecteur du mode de fonctionnement
b3 Bouton de réglage de la tension $U_2$
b4 LEDs d'état
b5 Sortie analogique $U_2$ / 10

Schéma de câblage

montre le schéma de principe pour l'expérience de Franck et Hertz.

f: chauffage de la cathode
$f_k$: cathode
g1: grille de commande
g2: grille d'accélération
A: anode collectrice

Sélecteur du mode de fonctionnement

sélectionne le mode de fonctionnement pour la variation de la tension accélératrice $U_2$.

⩘ Visualisation sur l'oscilloscope
⩗ Acquisition de la courbe avec CASSY ou un enregistreur
RESET Remise à 0 V de la tension accélératrice
MAN Réglage manuel de la tension accélératrice (relevé point par point de la courbe)

Bouton de réglage de la tension $U_2$

pour le réglage manuel de la tension accélératrice $U_2$ en mode de fonctionnement « manuel ».

LEDs d'état :

signalent la connexion d'un tube de Franck et Hertz.

| LED | Couleur | Etat de fonctionnement |
|---|---|---|
| Hg | vert | Temporairement, juste après la mise en marche de l'alimentation |
| | rouge | le four est en train de chauffer |
| | vert | température de consigne atteinte |
| Ne | vert | tube de Franck et Hertz au néon connecté par le biais du câble de connexion |

Sortie analogique $U_2$ / 10

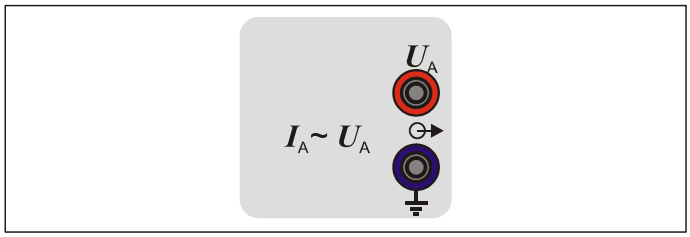
fournit une tension de sortie proportionnelle à la tension accélératrice $U_2$

**c) Champ de connexion :**

Prise DIN à 7 contacts

pour la connexion
a) du tube de Franck et Hertz au mercure (555 854) par le biais de la douille de connexion à prise DIN (555 864) ou
b) du tube de Franck et Hertz au néon (555870) par le câble de connexion (555 872).

**d) Champ de sortie du courant d'électrons :**

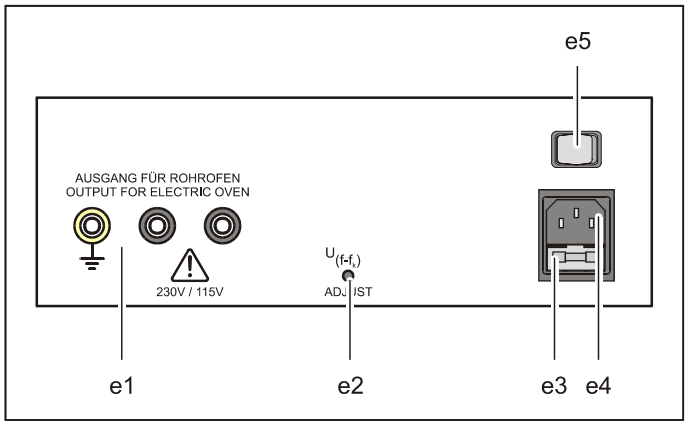



Sortie analogique $U_A$

fournit une tension de sortie proportionnelle au courant d'électrons I

$$I = 1\text{nA} \cdot \frac{U_A}{\text{V}}$$

**e) Dos de l'appareil :**




e1 Raccord pour le four électrique

e2 Potentiomètre réglable par tournevis

e3 Fusible primaire

e4 Prise secteur

e5 Interrupteur Marche/Arrêt

Raccord pour le four électrique

pour la connexion électrique du four et pour la mise à la terre du tube en cuivre fourni avec la douille de connexion pour tube de Franck et Hertz au mercure.

Potentiomètre réglable par tournevis

pour le réglage de la tension de chauffage de la cathode.

## 4 Caractéristiques techniques

| | |
|---|---|
| Affichage numérique : | affichage quatre digits et 7 segments |
| Tension de grille de commande $U_1$ : | 0 ...5 V |
| Tension accélératrice $U_2$ : | 0...30 V pour Hg<br>0...80 V pour Ne<br>(le tube de Franck et Hertz au néon est reconnu automatiquement) |
| Tension inverse $U_3$: | 0 ...10 V |
| Tension de chauffage de la cathode : | 5,9 ... 6,7 V,<br>préréglage : 6,3 V |

Température de consigne du tube de Franck et Hertz au mercure :140-210°C

Gamme de mesure pour le courant d'électrons : 10 nA

Fréquence de répétition pour la visualisation sur l'oscilloscope : 25 Hz / 30 Hz

Pour la visualisation sur l'oscilloscope, on perçoit l'influence des capacités du tube de Franck et Hertz et de la douille de connexion. Le courant nécessaire pour le changement de charge des électrodes occasionne un léger décalage et une déformation de la courbe de Franck et Hertz.

Temps d'exploration pour relevé automatique : >10 s

**Données électriques :**

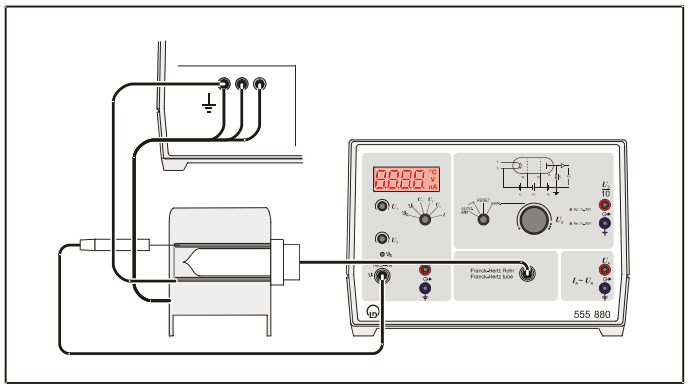
| | |
|---|---|
| Consommation : | jusqu'à 30 W sans four électrique<br>jusqu'à 230 W avec four électrique |
| Tension d'alimentation secteur : | voir plaque signalétique au dos de l'appareil. |
| Fusible primaire : | voir plaque du fusible au dos de l'appareil. |

**Données générales :**

| | |
|---|---|
| Dimensions : | 21 cm × 30 cm × 23 cm |
| Masse : | 3 kg |

# 5 Utilisation

## 5.1 Mise en service du tube de Franck et Hertz au mercure :




*Matériel supplémentaire nécessaire :*

| | | |
|---|---|---|
| 1 | tube de Franck et Hertz au mercure | 555 854 |
| 1 | douille de connexion pour tube de Franck et Hertz avec prise DIN | 555 864 |
| 1 | four électrique 230 V | 555 81 |
| ou | | |
| 1 | four électrique 115 V | 555 82 |
| 1 | sonde de température NiCr-Ni | 666 193 |

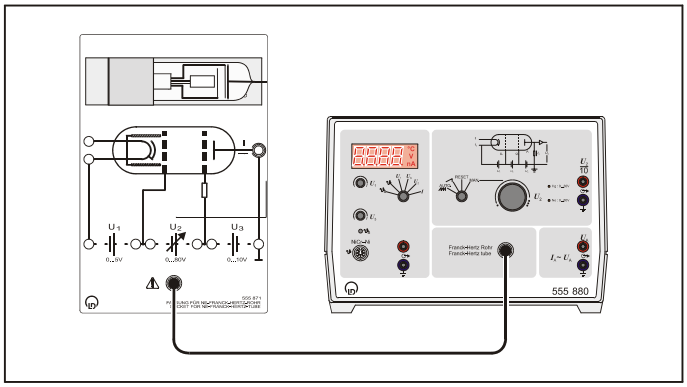
- Introduire le tube en cuivre fourni avec la douille de connexion dans le four électrique et faire passer le fil de cuivre dans l’orifice au dos du four.
- Brancher le four au dos de l’alimentation pour tube de Franck et Hertz et relier le tube en cuivre à la terre à l’aide du fil de cuivre.
- Introduire la sonde de température NiCr-Ni dans le petit alésage au dos du four. L’enfoncer jusqu’au fond du trou borgne du tube en cuivre puis la brancher à la prise DIN à cinq contacts de l’alimentation pour tube Franck et Hertz.
- Enficher le tube de Franck et Hertz au mercure dans la douille de connexion et brancher le tout dans le champ de connexion de l’alimentation pour tube Franck et Hertz.
- Insérer le tube de Franck et Hertz complètement dans le tube en cuivre.
- Mettre l’alimentation pour tube Franck et Hertz en marche puis attendre jusqu’à ce que la température de service du tube de Franck et Hertz au mercure soit atteinte.
- Régler la tension d’aspiration $U_1$ = 1,5 V et la tension inverse $U_3$ = 1,5 V.

Quelques secondes après la mise en marche, la LED d’affichage pour le mercure passe au rouge signalant ainsi que le four électrique chauffe. Au bout de 10 à 15 min, la température de service est atteinte et la LED passe au vert.

Si l’affichage clignote, il y a une erreur de montage au niveau de la mesure de la température :

| Erreur | Affichage |
|---|---|
| Aucune sonde de température connectée | L’affichage numérique clignote juste après la mise en marche de l’alimentation pour tube de Franck et Hertz |
| Sonde de température connectée mais pas dans le trou borgne du tube en cuivre. | L’affichage numérique clignote quelques minutes après la mise en marche de l’alimentation pour tube de Franck et Hertz |
| La sonde de température est tombée du trou borgne du tube en cuivre après que la température de service ait été atteinte. | L’affichage numérique clignote quelques secondes après la chute de la sonde. |

## 5.2 Mise en service du tube de Franck et Hertz au néon :



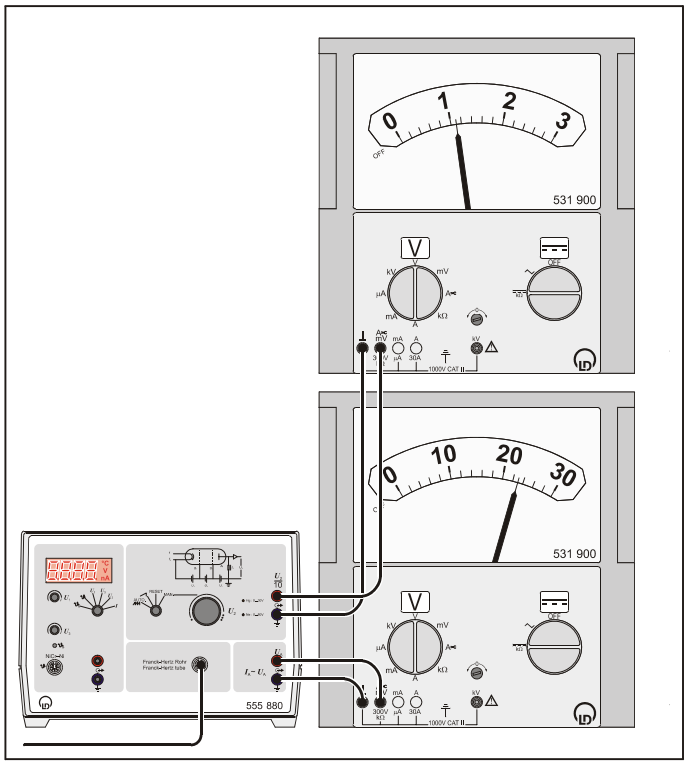

*Matériel supplémentaire nécessaire :*

| | | |
|---|---|---|
| 1 | tube de Franck et Hertz au néon | 555 870 |
| 1 | support avec douille de connexion pour tube de Franck et Hertz au néon | 555 871 |
| 1 | câble de connexion pour tube de Franck et Hertz au néon | 555 872 |

- Mettre l’alimentation pour tube de Franck et Hertz en marche.
- Régler la tension d’aspiration $U_1$ = 1,5 V et la tension inverse $U_3$ = 10 V.

Le tube de Franck et Hertz au néon est utilisé à température ambiante et il est donc déjà opérationnel env. 1 min après la mise en marche.

### 5.3 Relevé manuel avec des instruments de mesure additionnels :




*Matériel supplémentaire nécessaire :*

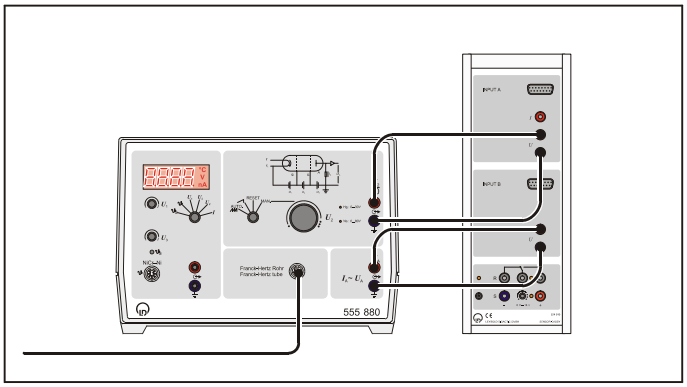
2 voltmètres par ex. 531 905

- Brancher un voltmètre à la sortie UA et l'autre à la sortie U2/10.
- Sélectionner la gamme de mesure 0...1 V CC pour la sortie UA.
- Pour la sortie U2/10, sélectionner la gamme de mesure 0...3 V CC pour le mercure et 0...8 V CC pour le néon.
- Positionner le sélecteur du mode de fonctionnement sur MAN.
- Elever lentement la tension de zéro à la valeur maximale à l'aide du bouton de réglage de la tension $U_2$ tout en relevant le courant et la tension accélératrice.

### 5.4 Relevé manuel sans instruments de mesure additionnels :

- Positionner le sélecteur du mode de fonctionnement sur MAN.
- Positionner le sélecteur de la grandeur mesurée sur $U_2$ et ajuster la première valeur de $U_2$ à l'aide du bouton de réglage de la tension.
- Passer au paramètre *I* et relever le courant d'électrons sur l'affichage numérique.
- Revenir au paramètre $U_2$ puis ajuster la deuxième valeur de $U_2$ et ainsi de suite

### 5.5 Relevé avec l'enregistreur XY ou CASSY




*Matériel supplémentaire nécessaire :*

| | |
|---|---|
| 1 Enregistreur XY | 575 664 |
| ou | |
| 1 Sensor-CASSY | 524 010 |
| 1 CASSY Lab | 524 200 |
| 2 paires de câbles, rouge et bleu, 1 m | 501 46 |

Paramètres pour enregistreur XY :

Axe des X : env. 0,1 V/cm (Hg) ou env. 0,3 V/cm (Ne)

Axe des Y : env. 1 V/cm

Paramètres pour CASSY :

Intervalle : 100 ms

Déclenchement : UA1 = 0,1 V, ascendant

Axe des X : env. 0,1 V/cm (Hg) et env. 0,3 V/cm (Ne)

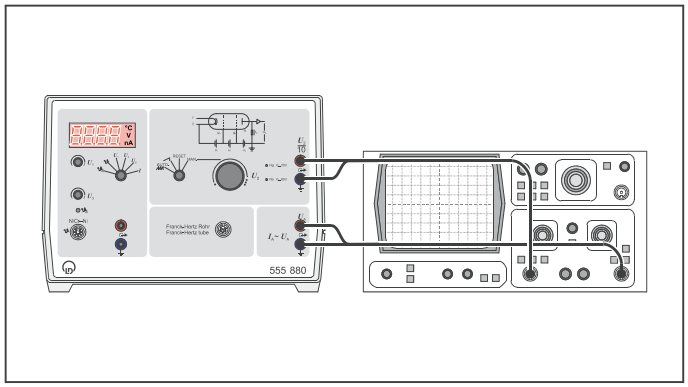
$I_A$ / nA = UB1 / V

$U_2$ = 10 UA1

- Brancher l'enregistreur XY à la sortie UA (Y) et à la sortie U2/10 (X).
- Positionner le sélecteur du mode de fonctionnement sur ⟋ (la tension accélératrice U2 est appliquée lentement et une seule fois, de zéro à sa valeur maximale).

- Brancher le Sensor-CASSY à la sortie UA (B) et à la sortie U2/10 (A).
- Positionner le sélecteur du mode de fonctionnement sur RESET et lancer la mesure avec F9.
- Positionner le sélecteur du mode de fonctionnement sur ⟋ (la tension accélératrice U2 est appliquée lentement et une seule fois, de zéro à sa valeur maximale).

### 5.6 Visualisation rapide avec l’oscilloscope :




*Matériel supplémentaire nécessaire :*

| | |
|---|---|
| 1 oscilloscope à deux canaux | 575 211 |
| 2 câbles de mesure BNC/4mm | 575 24 |

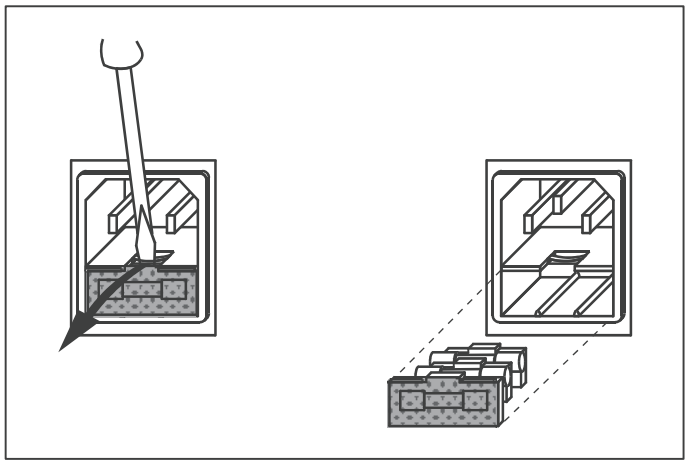
- Brancher l’oscilloscope à deux canaux à la sortie UA (Y) et à la sortie U2/10 (X) et régler la représentation X-Y.
- Positionner le sélecteur du mode de fonctionnement sur ⩘ (la tension accélératrice est appliquée à vive allure et perpétuellement renouvelée de zéro à sa valeur maximale.).

Paramètres :

Axe des X : 0,5 V / DIV. (Hg) et 1 V / DIV. (Ne)

Axe des Y : 2 V / DIV.

## 6 Changement du fusible



- Enlever la monture avec culot pour fusible et fusible de réserve.
- Remplacer le fusible défectueux par un fusible neuf.
- Insérer un fusible de réserve puis remettre la monture en place.



©by LD Didactic GmbH

Printed in the Federal Republic of Germany
Technical alterations reserved